

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :

2 765 674

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

97 08414

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : F 25 D 17/04

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 03.07.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 08.01.99 Bulletin 99/01.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-  
DES GEORGES CLAUDE — FR.

⑦2 Inventeur(s) : VIARD NICOLAS.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

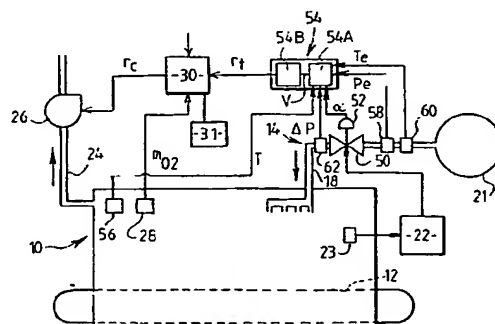
⑤4 PROCEDE DE COMMANDE DU REGIME D'EXTRACTION D'UN EXTRACTEUR DE GAZ D'UNE ENCEINTE  
D'UN APPAREIL CRYOGENIQUE ET APPAREIL POUR SA MISE EN OEUVRE.

⑤7 L'invention concerne un procédé de commande du ré-  
gime d'extraction d'un extracteur (26) de gaz d'une enceinte  
d'un appareil cryogénique (10) muni d'une alimentation en  
fluide cryogénique (18, 20), ledit appareil (10) étant en con-  
tact avec le milieu ambiant. Le procédé comporte les étapes  
consistant à :

- mesurer la teneur ( $m_{O_2}$ ) de l'atmosphère de l'enceinte  
en un gaz du milieu ambiant;
- définir une teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) pour ladite teneur  
mesurée;
- calculer le régime d'extraction ( $r_c$ ) de l'extracteur (26)  
en fonction de ladite teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) pour maintenir  
cette teneur sensiblement égale à ladite teneur de consigne  
( $u_{O_2}$ ); et
- piloter ledit extracteur (26) à partir dudit régime d'ex-  
traction calculé ( $r_c$ ).

L'invention concerne en outre un appareil cryogénique  
mettant en oeuvre le procédé.

Application aux tunnels de surgélation.



FR 2 765 674 - A1



La présente invention concerne un procédé de commande du régime d'extraction d'un extracteur de gaz d'une enceinte d'un appareil cryogénique muni d'une alimentation en fluide cryogénique, ledit appareil étant en contact avec le milieu ambiant.

5 L'invention concerne en outre un appareil cryogénique mettant en œuvre un tel procédé de commande.

L'invention a trait en particulier aux tunnels de surgélation comportant des moyens d'alimentation en azote liquide et des moyens d'extraction de l'azote vaporisé, formés par une cheminée munie d'un ventilateur d'extraction.

10 Un tel tunnel comporte des ouvertures de chargement et d'extraction des articles à congeler et congelés. Par ces ouvertures, s'opèrent des échanges gazeux entre le milieu ambiant et l'atmosphère régnant dans l'enceinte du tunnel.

15 Dans le cas où le débit d'extraction est trop élevé, de l'air chaud et humide pénètre dans l'enceinte du tunnel. De nombreux inconvénients en découlent. En particulier, l'air étant à une température supérieure à la température régnant dans l'enceinte, il en résulte une consommation excessive de fluide cryogénique afin de maintenir constante la température dans l'enceinte. De plus, l'air étant chargé d'humidité, il y a formation de glace et de givre lors du refroidissement de l'air tant dans l'enceinte du tunnel que dans la cheminée d'extraction.

20 A l'inverse, si le débit d'extraction est trop faible, le fluide cryogénique n'est pas totalement évacué par la cheminée et se répand hors de l'enceinte du tunnel, modifiant ainsi la composition du milieu ambiant. Ainsi, les tunnels cryogéniques actuels ne peuvent pas être utilisés dans des espaces clos du fait des risques de création d'une atmosphère sous-oxygénée dangereuse pour le personnel.

Actuellement, le réglage du débit d'extraction s'effectue manuellement. Dans la pratique, la personne en charge de ce réglage évalue visuellement le sens du flux gazeux s'établissant entre l'enceinte du tunnel et le milieu ambiant. Elle tente d'annuler ce flux en agissant sur le débit d'extraction. Toutefois, on constate que, dans la pratique, afin de ne pas risquer une atmosphère sous-oxygénée, le réglage est effectué de telle sorte que de l'air ambiant pénètre continuellement à l'intérieur du tunnel cryogénique. Les problèmes exposés ci-dessus nuisent alors au bon fonctionnement de l'appareil.

L'invention a pour but d'apporter une solution simple au problème mentionné ci-dessus résultant d'une mauvaise maîtrise des flux gazeux entre l'extérieur et l'intérieur de l'enceinte d'un appareil cryogénique.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de commande du régime d'extraction d'un extracteur de gaz d'une enceinte d'un appareil cryogénique muni d'une alimentation en fluide cryogénique, ledit appareil étant en contact avec le milieu ambiant, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant :

- à mesurer la teneur de l'atmosphère de l'enceinte en un gaz du milieu ambiant ;
- à définir une teneur de consigne pour ladite teneur mesurée;
- à calculer le régime d'extraction de l'extracteur en fonction de ladite teneur mesurée pour maintenir cette teneur sensiblement égale à ladite teneur de consigne ; et

- à piloter ledit extracteur à partir dudit régime d'extraction calculé.

Suivant des modes particuliers de mise en œuvre, le procédé peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- il comporte en outre les étapes consistant :

- à déterminer une valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

. à calculer le régime d'extraction en fonction d'une part de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique mesurée et d'autre part de ladite teneur mesurée et de ladite teneur de consigne ;

5                   - l'étape de calcul du régime d'extraction comporte les étapes successives consistant :

. à d'abord calculer un régime d'extraction théorique dudit extracteur en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ;

10                  . puis à corriger par une boucle de régulation ledit régime d'extraction théorique calculé en fonction de ladite teneur mesurée et de ladite teneur de consigne ;

- il comporte les étapes consistant :

. à mesurer la température du gaz dans l'enceinte en amont de l'extracteur ;

15                  . à calculer une valeur représentative de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesurée et de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

20                  . à calculer ledit régime d'extraction théorique en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de gaz à extraire ;

- l'enceinte de l'appareil cryogénique est sensiblement à la pression du milieu ambiant, et le procédé comporte les étapes consistant :

. à mesurer la pression du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique ;

25                  . à calculer une valeur représentative de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la pression mesurée et de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

. à calculer ledit régime d'extraction théorique en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de gaz à extraire ;

- il comporte les étapes consistant :
  - . à mesurer la température du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique ;
  - . à calculer une valeur représentative de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesurée et de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte; et
  - . à calculer ledit régime d'extraction théorique en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de gaz à extraire ;
- 10       - le fluide cryogénique est introduit dans l'appareil au travers d'au moins une vanne et en ce que ladite valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique est le taux d'ouverture de la vanne ;
- le milieu ambiant est l'air atmosphérique et en ce que ledit gaz dont la teneur est mesurée est l'oxygène ; et
- 15       - le régime d'extraction est calculé par un régulateur comportant des moyens automatiques d'optimisation des paramètres de régulation et il comporte les étapes consistant :
  - . à calculer et mémoriser à différents instants d'une période de temps la valeur absolue de l'écart entre la teneur mesurée et la teneur de
  - 20       consigne ;
  - . à calculer sur ladite période de temps la moyenne desdites valeurs absolues des écarts ;
  - . à comparer ladite moyenne à une valeur de seuil prédéterminé ;
  - et
  - 25       . à déclencher une optimisation automatique des paramètres de régulation si ladite moyenne est supérieure à ladite valeur de seuil prédéterminé.

L'invention concerne en outre un appareil cryogénique comportant une enceinte de travail ouverte sur le milieu ambiant, un extracteur de gaz

à régime d'extraction variable et une alimentation en fluide cryogénique de l'enceinte, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens pour mesurer la teneur de l'atmosphère de l'enceinte en un gaz du milieu ambiant ;
- 5       - des moyens pour définir une teneur de consigne pour ladite teneur mesurée;
- des moyens pour calculer le régime d'extraction de l'extracteur en fonction de ladite teneur mesurée pour maintenir cette teneur sensiblement égale à ladite teneur de consigne ; et
- 10       - des moyens pour piloter ledit extracteur à partir dudit régime d'extraction calculé.

Suivant des modes particuliers de réalisation, l'appareil peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- il comporte en outre :
- 15       . des moyens pour déterminer une valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et
- . des moyens pour calculer le régime d'extraction en fonction d'une part de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique mesurée et d'autre part de ladite teneur mesurée et de ladite teneur de con-
- 20       signe ;
- lesdits moyens de calcul du régime d'extraction comportent :
- . des moyens pour d'abord calculer un régime d'extraction théorique dudit extracteur en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ;
- 25       . des moyens pour ensuite corriger par une boucle de régulation ledit régime d'extraction théorique calculé en fonction de ladite teneur mesurée et de ladite teneur de consigne ;
- il comporte :

. des moyens pour mesurer la température du gaz dans l'enceinte en amont de l'extracteur ;

5 . des moyens pour calculer une valeur représentative de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesurée et de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

. des moyens pour calculer ledit régime d'extraction théorique en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de gaz à extraire.

10 - l'enceinte de l'appareil cryogénique est sensiblement à la pression du milieu ambiant, et l'appareil comporte :

. des moyens pour mesurer la pression du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique ;

15 . des moyens pour calculer une valeur représentative de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la pression mesurée et de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte; et

. des moyens pour calculer ledit régime d'extraction théorique en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de gaz à extraire ;

- il comporte :

20 . des moyens pour mesurer la température du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique ;

25 . des moyens pour calculer une valeur représentative de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesurée et de la valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

. des moyens pour calculer ledit régime d'extraction théorique en fonction de ladite valeur représentative de la quantité de gaz à extraire ;

- il comporte une vanne d'introduction de fluide cryogénique dans l'appareil et en ce que ladite valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique est le taux d'ouverture de la vanne ;

5       - le milieu ambiant est l'air atmosphérique et ledit gaz dont la teneur est mesurée est l'oxygène ; et

- il comporte un régulateur pour le calcul du régime d'extraction, lequel régulateur comporte des moyens automatiques d'optimisation des paramètres de régulation et il comporte :

10       . des moyens pour calculer et mémoriser à différents instants d'une période de temps la valeur absolue de l'écart entre la teneur mesurée et la teneur de consigne ;

. des moyens pour calculer sur ladite période de temps la moyenne desdites valeurs absolues des écarts ;

15       . des moyens pour comparer ladite moyenne à une valeur de seuil prédéterminé ; et

. des moyens pour déclencher une optimisation automatique des paramètres de régulation si ladite moyenne est supérieure à ladite valeur de seuil prédéterminé.

20       L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un appareil cryogénique mettant en œuvre un procédé de commande selon l'invention ; et

25       - les figures 2 et 3 sont des vues schématiques de variantes de réalisation de l'appareil de la figure 1.

Sur la figure 1, l'appareil cryogénique est, par exemple, un tunnel cryogénique 10 adapté pour la surgélation d'articles alimentaires. Le tunnel est traversé de part en part par un convoyeur 12 destiné à l'introduction et l'extraction des articles.



Le tunnel cryogénique 10 comporte des moyens 14 d'alimentation en fluide cryogénique liquide, de l'azote liquide par exemple. Ces moyens comportent plusieurs buses d'injection 16, alimentées par une conduite 18 d'alimentation en fluide cryogénique. Une vanne de régulation 20 est prévue sur la conduite 18 et est adaptée pour le réglage du débit d'azote introduit dans l'enceinte du tunnel. L'azote liquide est stocké dans un con-

5 teneur 21 auquel est reliée la conduite 18.

La vanne de régulation 20 est commandée pour son ouverture par une unité de pilotage 22 reliée à un capteur de température 23 placé

10 dans l'enceinte du tunnel. L'unité de pilotage 22 est adaptée pour maintenir une température sensiblement constante à l'intérieur de l'enceinte du tunnel et forme une boucle de régulation de la température agissant sur l'ouverture  $\alpha$  de la vanne 20.

Une cheminée 24 assure l'évacuation du fluide cryogénique vaporisé dans l'enceinte du tunnel 10. Cette cheminée est reliée à l'intérieur de l'enceinte du tunnel. Elle comporte un ventilateur 26 destiné à l'extraction des gaz de l'enceinte. Le ventilateur 26 est à régime variable, de sorte qu'il est possible de commander électriquement le débit d'extraction de la cheminée.

15

A cet effet, il est connu la courbe caractéristique d'extraction du ventilateur, donnant en fonction de la fréquence de rotation du ventilateur, le débit de gaz extrait. Cette courbe est généralement une parabole.

20

Selon l'invention, le tunnel comporte un capteur 28 disposé dans l'enceinte du tunnel et adapté pour mesurer la teneur  $m_{O_2}$  de l'atmosphère dans l'enceinte en un gaz du milieu ambiant et notamment en oxygène. Le

25 capteur 28 est relié à une unité de pilotage 30 formant un régulateur et adaptée pour commander le ventilateur 26. En particulier, l'unité de pilotage 30 est adaptée pour calculer un régime d'extraction  $r_c$  pour le ventilateur 26 et pour engendrer un signal de commande de sorte que le ven-

tilateur fonctionne à une fréquence de rotation correspondant au régime d'extraction souhaité  $r_c$ .

A cet effet, l'unité de pilotage 30 comporte des moyens d'entrée d'un régime d'extraction nominal  $r_n$  fixé par l'utilisateur. A partir de ce régime nominal et de la courbe caractéristique d'extraction du ventilateur, l'unité de pilotage 30 détermine le signal de commande correspondant au régime  $r_c$  à appliquer au ventilateur. L'unité 30 comporte en outre des moyens d'entrée d'une teneur de consigne en oxygène notée  $u_{O_2}$ . Cette teneur est, par exemple, fixée à 0,5 % de l'atmosphère dans l'enceinte.

Selon l'invention, l'unité de pilotage 30 calcule le régime d'extraction  $r_c$  utilisé pour la commande du ventilateur 26 de manière que la teneur en oxygène  $m_{O_2}$  dans l'enceinte, mesurée par le capteur 28, reste sensiblement constante et égale à la teneur de consigne, notée  $u_{O_2}$ .

Avantageusement, l'unité de pilotage 30 comporte un régulateur PID (régulateur à action proportionnelle, intégrale et dérivée) muni de moyens automatiques de calcul et d'optimisation des paramètres du régulateur. Ce type de régulateur étant connu, il ne sera pas décrit plus en détail.

Le régulateur 30 est associé à des moyens 31 de détermination de l'instant de déclenchement des moyens de calcul et d'optimisation des paramètres du régulateur.

Ces moyens 31 comportent des moyens de mémorisation à une fréquence prédéterminée à la fois de la teneur de consigne  $u_{O_2}$  et de la teneur réellement mesurée  $m_{O_2}$  dans l'enceinte du tunnel.

En outre, les moyens de déclenchement 31 comportent des moyens de calcul adaptés pour déterminer la moyenne au cours du temps  $\gamma$  de la valeur absolue des écarts entre la teneur de consigne  $u_{O_2}$  et la teneur réellement mesurée  $m_{O_2}$ . Cette moyenne s'exprime sous la forme :

$$\gamma = \sum_i |m_{O_2} - u_{O_2}|_i / \Delta t$$

dans laquelle :

5  $\Delta t$  est l'intervalle de mesure et  $i$  est le nombre de mesures effectuées pendant l'intervalle de temps  $\Delta t$ .

Les moyens de déclenchement 31 sont adaptés pour, lorsque la moyenne des écarts  $\gamma$  dépasse un seuil prédéterminé  $\gamma_0$ , déclencher automatiquement les moyens d'optimisation du régulateur.

10 Ainsi, si le régulateur tel qu'initialement paramétré ne peut maintenir la teneur en oxygène  $m_{O_2}$  proche de la valeur de consigne  $u_{O_2}$ , les paramètres du régulateur sont automatiquement recalculés, sans qu'un opérateur n'ait à intervenir.

15 Les moyens de déclenchement 31 peuvent être intégrés à l'unité de pilotage 30 ou être déportés dans un site éloigné relié à l'unité de pilotage 30 par une liaison téléphonique.

20 On conçoit qu'avec une telle installation, si de l'air ambiant pénètre de manière excessive à l'intérieur de l'enceinte du tunnel, la teneur  $m_{O_2}$  en oxygène de l'atmosphère de l'enceinte va augmenter de sorte que l'unité de pilotage 30 va réduire le régime  $r_c$  de l'extracteur afin que l'air ambiant ne soit plus aspiré dans l'enceinte du tunnel.

A l'inverse, si la teneur  $m_{O_2}$  en oxygène de l'atmosphère dans l'enceinte du tunnel est inférieure à la teneur de consigne  $u_{O_2}$ , alors le régime  $r_c$  du ventilateur 26 est augmenté par l'unité de pilotage 30 de sorte que le fluide cryogénique vaporisé ne s'échappe pas à l'extérieur du tunnel.

25 Ainsi, les flux gazeux entre l'intérieur de l'enceinte du tunnel et l'extérieur sont très faibles, de sorte que l'appareil ne présente pas les inconvénients mentionnés précédemment. En particulier, un tel appareil peut être utilisé dans un espace clos sans risque de création d'une atmosphère sous-oxygénée nuisible pour la santé du personnel.

Sur la figure 2 est représenté un mode de réalisation plus sophistiqué du tunnel de la figure 1. Sur cette figure, les éléments analogues sont désignés par les mêmes références que sur la figure 1.

5 Dans cette variante, l'électrovanne 20 est remplacée par une vanne de régulation 50 associée à un capteur 52 adapté pour déterminer le taux d'ouverture de la vanne. Ce dernier est noté  $\alpha$  et correspond à l'angle d'ouverture de l'obturateur de la vanne dans le cas d'une vanne à papillon.

10 Le capteur 52 est relié à une unité de traitement d'informations 54 comportant un calculateur et des moyens de mémorisation d'une courbe caractéristique de l'ouverture de la vanne donnant, en fonction de son taux d'ouverture  $\alpha$ , le débit de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte du tunnel. Cette courbe caractéristique est fournie par le constructeur de la vanne et est généralement une droite.

15 L'unité de traitement 54 comporte des moyens de calcul d'un régime d'extraction théorique noté  $r_t$  pour le ventilateur 26. Le régime d'extraction théorique  $r_t$  est en particulier calculé à partir d'une valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte du tunnel, cette valeur représentative étant déterminée à partir du taux d'ouverture  $\alpha$  de la vanne et de la courbe caractéristique mémorisée. L'unité de traitement 54 est reliée à l'unité de pilotage 30 afin de fournir la valeur  $r_t$  calculée du régime théorique en vue du pilotage du ventilateur 26.

20 Ainsi, on comprend que dans l'appareil décrit sur la figure 2, le régime d'extraction  $r_c$  est déterminé en fonction de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte du tunnel et une régulation en cascade est effectuée en fonction de la teneur en oxygène mesurée dans l'enceinte du tunnel.

La figure 3 représente encore un perfectionnement au tunnel représenté sur la figure 2.

Sur cette figure, les éléments analogues à ceux de la figure 2 sont désignés par des références identiques.

5 Dans le mode de réalisation de la figure 3, le tunnel comporte en outre un capteur de température 56 disposé dans l'enceinte du tunnel et adapté pour déterminer la température  $T$  du gaz vaporisé immédiatement en amont de la cheminée 24. Le capteur de température 56 est relié à l'unité de traitement 54.

10 En outre, un capteur de pression 58 et un capteur de température 60 sont montés en amont de la vanne de régulation 50 sur la conduite 18. Ces capteurs déterminent respectivement la pression  $P_e$  et la température  $T_e$  en amont de la vanne. Ils sont tous deux reliés à l'unité de traitement 54.

15 Enfin, un capteur de pression différentielle 62 adapté pour déterminer la perte de charge  $\Delta P$  due à la vanne de régulation 50 est monté de part et d'autre de cette vanne sur la conduite 18. Il est relié à l'unité 54.

20 Dans cette variante de réalisation, l'unité de traitement 54 comporte des moyens de calcul 54A d'une valeur représentative  $V$  de la quantité de gaz vaporisé à extraire de l'enceinte à partir de la température  $T$  dans l'enceinte mesurée par le capteur 56, de la pression  $P_e$  mesurée par le capteur 58, de la température  $T_e$  mesurée par le capteur 60, du taux d'ouverture  $\alpha$  de la vanne 50 et de la perte de charge  $\Delta P$  liée à la vanne 50 et à la conduite 18.

25 La connaissance de la température  $T$  dans l'enceinte du tunnel, immédiatement en amont de la sortie, de la pression  $P_e$  et de la température  $T_e$  du fluide cryogénique en amont de la vanne de régulation 50 ainsi que de la perte de charge  $\Delta P$ , permet de déterminer avec une précision la quantité réelle de gaz à extraire du tunnel.

L'unité de traitement 54 comporte de plus des moyens de calcul notés 54B adaptés pour le calcul du régime théorique  $r_t$  adressé à l'unité

de pilotage 30 en fonction de la valeur calculée  $V$  représentative de la quantité de gaz à extraire. Afin d'effectuer le calcul, les moyens de calcul 54B utilisent la courbe d'extraction caractéristique du ventilateur.

- 5        Suivant encore un autre mode de réalisation, le capteur de pression 58 et/ou le capteur de température 60 peuvent être supprimés et les valeurs de la pression et de la température du fluide cryogénique en amont de la vanne 50 sont alors estimées par des valeurs constantes prédéterminées.

### REVENDEICATIONS

1.- Procédé de commande du régime d'extraction d'un extracteur (26) de gaz d'une enceinte d'un appareil cryogénique (10) muni d'une alimentation en fluide cryogénique (18, 20), ledit appareil (10) étant en contact avec le milieu ambiant, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant :

- à mesurer la teneur ( $m_{O_2}$ ) de l'atmosphère de l'enceinte en un gaz du milieu ambiant ;
- à définir une teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) pour ladite teneur mesurée;
- à calculer le régime d'extraction ( $r_c$ ) de l'extracteur (26) en fonction de ladite teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) pour maintenir cette teneur sensiblement égale à ladite teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) ; et
- à piloter ledit extracteur (26) à partir dudit régime d'extraction calculé ( $r_c$ ) .

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes consistant :

- à déterminer une valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et
- à calculer le régime d'extraction ( $r_c$ ) en fonction d'une part de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique mesurée et d'autre part de ladite teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) et de ladite teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) .

3.- Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'étape de calcul du régime d'extraction ( $r_c$ ) comporte les étapes successives consistant :

- à d'abord calculer un régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) dudit extracteur (26) en fonction de ladite valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ;

- puis à corriger par une boucle de régulation (30) ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) calculé en fonction de ladite teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) et de ladite teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ).

5 4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant :

- à mesurer la température (T) du gaz dans l'enceinte en amont de l'extracteur ;

10 - à calculer une valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesurée (T) et de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

- à calculer ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) en fonction de ladite valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire.

15 5.- Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel l'enceinte de l'appareil cryogénique (10) est sensiblement à la pression du milieu ambiant, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant :

- à mesurer la pression (Pe) du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique (18, 20) ;

20 - à calculer une valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la pression mesurée (Pe) et de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

- à calculer ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) en fonction de ladite valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire.

25 6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant :

- à mesurer la température (Te) du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique (18, 20) ;



- à calculer une valeur représentative ( $V$ ) de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesurée ( $T_e$ ) et de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

- 5                   - à calculer ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) en fonction de ladite valeur représentative ( $V$ ) de la quantité de gaz à extraire.

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que le fluide cryogénique est introduit dans l'appareil au travers d'au moins une vanne et en ce que ladite valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique est le taux d'ouverture ( $\alpha$ ) de la vanne.

8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le milieu ambiant est l'air atmosphérique et en ce que ledit gaz dont la teneur est mesurée est l'oxygène.

9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le régime d'extraction ( $r_e$ ) est calculé par un régulateur comportant des moyens automatiques d'optimisation des paramètres de régulation et en ce qu'il comporte les étapes consistant :

- à calculer et mémoriser à différents instants d'une période de temps la valeur absolue de l'écart entre la teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) et la teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) ;

- à calculer sur ladite période de temps la moyenne ( $\gamma$ ) desdites valeurs absolues des écarts ;

- à comparer ladite moyenne ( $\gamma$ ) à une valeur de seuil prédéterminé ( $\gamma_0$ ) ; et

- à déclencher une optimisation automatique des paramètres de régulation si ladite moyenne ( $\gamma$ ) est supérieure à ladite valeur de seuil prédéterminé ( $\gamma_0$ ).

10.- Appareil cryogénique comportant une enceinte de travail ouverte sur le milieu ambiant, un extracteur (26) de gaz à régime d'extrac-

tion variable et une alimentation en fluide cryogénique (18, 20) de l'enceinte, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (28) pour mesurer la teneur ( $m_{O_2}$ ) de l'atmosphère de l'enceinte en un gaz du milieu ambiant ;

5                   - des moyens pour définir une teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) pour ladite teneur mesurée;

- des moyens (30, 54) pour calculer le régime d'extraction ( $r_e$ ) de l'extracteur (26) en fonction de ladite teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) pour maintenir cette teneur sensiblement égale à ladite teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) ; et

10                   - des moyens (30) pour piloter ledit extracteur (26) à partir dudit régime d'extraction calculé ( $r_e$ ) .

11.- Appareil cryogénique selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

15                   - des moyens (52) pour déterminer une valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

- des moyens (30, 54) pour calculer le régime d'extraction ( $r_e$ ) en fonction d'une part de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique mesurée et d'autre part de ladite teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) et de ladite teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) .

20                   12.- Appareil cryogénique selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits moyens (30, 54) de calcul du régime d'extraction ( $r_e$ ) comportent :

- des moyens (54) pour d'abord calculer un régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) dudit extracteur (26) en fonction de ladite valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ;

25                   - des moyens (30) pour ensuite corriger par une boucle de régulation (30) ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) calculé en fonction de ladite teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) et de ladite teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ).

13.- Appareil cryogénique selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (56) pour mesurer la température (T) du gaz dans l'enceinte en amont de l'extracteur ;

5           - des moyens (54A) pour calculer une valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesurée (T) et de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte ; et

10           - des moyens (54B) pour calculer ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) en fonction de ladite valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire.

14.- Appareil cryogénique selon la revendication 12 ou 13, dans lequel l'enceinte de l'appareil cryogénique (10) est sensiblement à la pression du milieu ambiant, caractérisé en ce qu'il comporte :

15           - des moyens (58) pour mesurer la pression (Pe) du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique (18, 20) ;

20           - des moyens (54A) pour calculer une valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la pression mesurée (Pe) et de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte; et

          - des moyens (54B) pour calculer ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) en fonction de ladite valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire.

25           15.- Appareil cryogénique selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte :

          - des moyens (58) pour mesurer la température (Te) du gaz en amont de ladite alimentation en fluide cryogénique (18, 20) ;

          - des moyens (54A) pour calculer une valeur représentative (V) de la quantité de gaz à extraire de l'enceinte à partir de la température mesu-

rée ( $T_e$ ) et de la valeur ( $\alpha$ ) représentative de la quantité de fluide cryogénique introduit dans l'enceinte; et

- des moyens (54B) pour calculer ledit régime d'extraction théorique ( $r_t$ ) en fonction de ladite valeur représentative ( $V$ ) de la quantité de gaz à extraire.

16.- Appareil cryogénique selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte une vanne (20 ; 50) d'introduction de fluide cryogénique dans l'appareil et en ce que ladite valeur représentative de la quantité de fluide cryogénique est le taux d'ouverture ( $\alpha$ ) de la vanne.

17.- Appareil cryogénique selon l'une quelconque des revendications 10 à 16, caractérisé en ce que le milieu ambiant est l'air atmosphérique et en ce que ledit gaz dont la teneur est mesurée est l'oxygène.

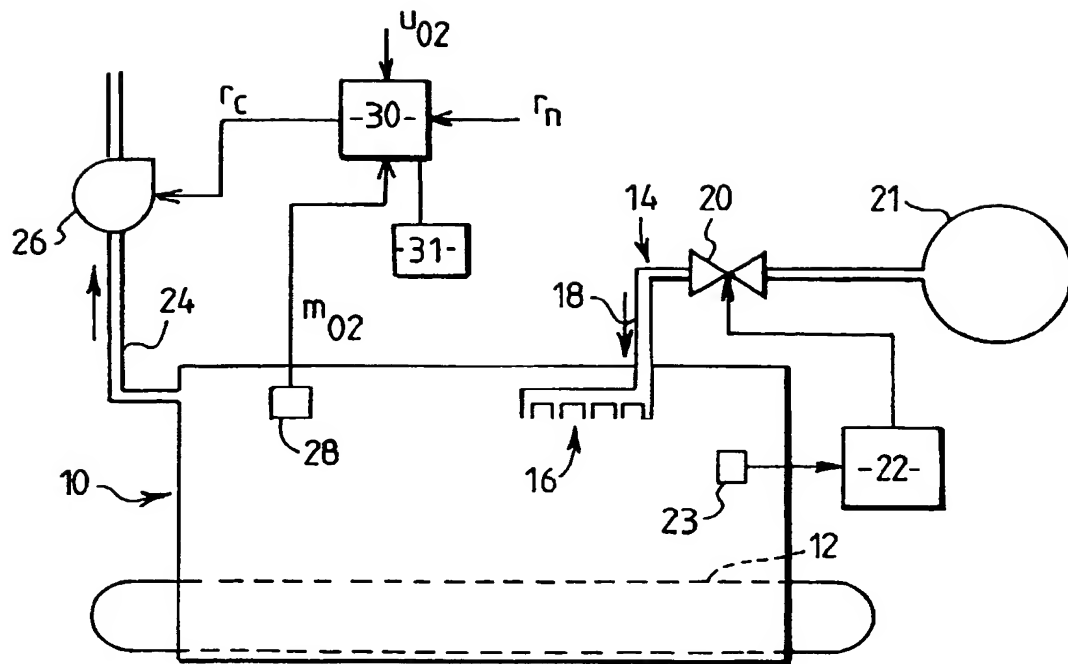
18.- Appareil cryogénique selon l'une quelconque des revendications 10 à 17, caractérisé en ce qu'il comporte un régulateur pour le calcul du régime d'extraction ( $r_e$ ), lequel régulateur comporte des moyens automatiques (31) d'optimisation des paramètres de régulation et en ce qu'il comporte :

- des moyens pour calculer et mémoriser à différents instants d'une période de temps la valeur absolue de l'écart entre la teneur mesurée ( $m_{O_2}$ ) et la teneur de consigne ( $u_{O_2}$ ) ;

- des moyens pour calculer sur ladite période de temps la moyenne ( $\gamma$ ) desdites valeurs absolues des écarts ;

- des moyens pour comparer ladite moyenne ( $\gamma$ ) à une valeur de seuil prédéterminé ( $\gamma_0$ ) ; et

- des moyens pour déclencher une optimisation automatique des paramètres de régulation si ladite moyenne ( $\gamma$ ) est supérieure à ladite valeur de seuil prédéterminé ( $\gamma_0$ ).

FIG. 1



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 546851  
FR 9708414

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 583 692 A (AIR PROD & CHEM)  * colonne 5, ligne 9 - colonne 6, ligne 38; figures 3,4 * ---	1,4, 8-10,13, 17,18
A	EP 0 667 503 A (AIR PROD & CHEM)  * colonne 3, ligne 2 - colonne 7, ligne 34; figures 1-3 * ---	1,4,8, 10,13,17
A	US 4 276 753 A (SANDBERG GLENN A ET AL)  * colonne 3, ligne 16 - colonne 7, ligne 62; figures 1-3 * ---	1,5,6, 10,14,15
A	US 4 627 244 A (WILLHOFT EDWARD M A) * colonne 3, ligne 37 - colonne 6, ligne 16; figure * ---	1,10
A	US 5 605 049 A (MOORE EARL W ET AL) ---	
A	US 4 833 892 A (WASSIBAUER RUEDIGER ET AL) ---	
A	GB 1 076 584 A (WHIRLPOOL) -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F25D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
20 mars 1998		Boets, A
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1500 03.82 (P/M/C13)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**